



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

REC'D 12 FEB 2004

WIPO

PCT

EP 03/14696

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03405013.8

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk



Anmeldung Nr:  
Application no.: 03405013.8  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 16.01.03  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Alcan Technology & Management Ltd.  
Badische Bahnhofstrasse 16  
8212 Neuhausen am Rheinfall  
SUISSE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Aluminiumlegierung mit hoher Festigkeit und geringer Abschreckempfindlichkeit

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

C22C21/00

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT SE SI SK TR LI

**ALCAN TECHNOLOGY & MANAGEMENT Ltd.**  
**CH-8212 Neuhausen am Rheinfall**

**Aluminiumlegierung mit hoher Festigkeit und geringer  
Abschreckempfindlichkeit**

**16.01.2003**  
**TCSIP-Wie**  
**-2363-**

## **Aluminiumlegierung mit hoher Festigkeit und geringer Abschreckempfindlichkeit**

Die Erfindung betrifft eine Aluminiumlegierung mit hoher Festigkeit und geringer Abschreckempfindlichkeit. Im Rahmen der Erfindung liegt auch ein Verfahren zur Herstellung dicker Platten aus der Aluminiumlegierung.

Insbesondere in der Automobilindustrie besteht zunehmend ein Bedarf an grossen Kunststoffbauteilen, wie z.B. integrale Stossstangen. Zur Herstellung der entsprechend grossen Spritzgiessformen werden Platten benötigt, deren Dicke sehr oft 150 mm übersteigt und in gewissen Fällen sogar mehr als 500 mm beträgt.

Für den Bau von Spritzgiessformen mit einer Dicke von beispielsweise 50 bis 300 mm werden heute üblicherweise warmgewalzte und warmausgehärtete Platten eingesetzt. Grössere Formen mit einer Dicke von mehr als 300 mm wurden entweder aus geschmiedeten Blöcken oder auch schon direkt aus Stranggussbarren gefertigt.

Ein wesentlicher Nachteil der heute für den Formenbau eingesetzten Aluminiumlegierungen ist deren hohe Abschreckempfindlichkeit. Damit die Barren oder Platten bei der Warmaushärtung das für Kunststoff-Spritzgiessformen geforderte Festigkeitsniveau erreichen, muss die Abkühlungsgeschwindigkeit von der Homogenisierungs- oder Lösungsglühtemperatur mit zunehmender Plattendicke erhöht werden. Durch die hierbei auftretenden hohen Temperaturgradienten zwischen der Oberfläche und dem Kern der Barren oder Platten nehmen die schädlichen Eigenspannungen zu, so dass schon aus diesem Grund einer weiteren Erhöhung der Abkühlungsgeschwindigkeit und damit dem letztlich erreichbaren Festigkeitsniveau Grenzen gesetzt sind.

30

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine zur Herstellung von dicken Platten mit hohem Festigkeitsniveau geeignete Aluminiumlegierung mit geringer

Abschreckempfindlichkeit bereitzustellen.

Ein weiteres Ziel der Erfindung liegt darin, ein geeignetes Verfahren anzugeben, mit dem die Aluminiumlegierung zu dicken Platten mit ausreichend hoher Festigkeit über die gesamte Plattendicke verarbeitet werden kann.

Zur erfindungsgemässen Lösung der Aufgabe führt eine Aluminiumlegierung mit

	4,6 bis 5,2 Gew.-% Zn
10	2,6 bis 3,0 Gew.-% Mg
	0,1 bis 0,2 Gew.-% Cu
	0,05 bis 0,2 Gew.-% Zr
	max. 0,05 Gew.-% Mn
	max. 0,05 Gew.-% Cr
15	max. 0,15 Gew.-% Fe
	max. 0,15 Gew.-% Si
	max. 0,10 Gew.-% Ti

und Aluminium als Rest mit herstellungsbedingten Verunreinigungen, einzeln max. 0,05 Gew.-%, insgesamt max. 0,15 Gew.-%.

Die Zusammensetzung der Legierung ist erfindungsgemäss so gewählt, dass sie eine sehr geringe Abschreckempfindlichkeit aufweist und trotzdem ein ausserordentlich hohes Festigkeitsniveau besitzt. Dicke Querschnitte können daher mit forcierter Luftabkühlung und durch Ausscheidungshärtung auf ein hohes Festigkeitsniveau gebracht werden.

Für die einzelnen Legierungselemente gelten die folgenden Vorzugsbereiche:

	4,6 bis 4,8 Gew.-% Zn
30	2,6 bis 2,8 Gew.-% Mg
	0,10 bis 0,15 Gew.-% Cu
	0,08 bis 0,18 Gew.-% Zr

	max.	0,03 Gew.-% Mn
	max.	0,02 Gew.-% Cr
	max.	0,12 Gew.-% Fe
	max.	0,12 Gew.-% Si
5	max.	0,05 Gew.-% Ti

- Für die Anwendung der erfindungsgemässen Legierung als Werkstoff für den Formenbau ist eine möglichst isotrope Verteilung der Eigenspannungen im Querschnitt der Platte anzustreben. Für den Abbau der Eigenspannungen ist
- 10 u.a. die Korngrösse und die Kornform in der Platte von Bedeutung. Je feiner und gleichmässiger die Kristalle vorliegen, desto besser können sich die Eigenspannungen im Querschnitt der Platte ausgleichen. Die Korngrenzen wirken dabei als Senken für Versetzungen beim Abbau von lokalen Spannungsspitzen. Wie weiter unten erläutert, kann durch den Zusatz von Zirkonium ein feines
- 15 Korngefüge in der Platte erreicht werden, indem man die Aufheizgeschwindigkeit der Barren auf die Homogenisierungs- bzw. Lösungsglühtemperatur so wählt, dass eine möglichst homogene Verteilung von submikronen Ausscheidungen von  $Al_3Zr$  im Gefüge entsteht.
- 20 Zur Herstellung von Platten aus der erfindungsgemässen Legierung eignen sich insbesondere die folgenden zwei Verfahren, die je nach gewünschter Dicke der Form zu einer warmgewalzten und warmausgehärteten Platte oder zu einem als Platte verwendeten warmausgehärteten Stranggussbarren führen.
- 25 Zur Herstellung von Platten mit einer Dicke von bis zu 300 mm ist das Verfahren durch die folgenden Schritte gekennzeichnet:
- A. Stranggiessen der Aluminiumlegierung zu Barren mit einer Dicke von mehr als 300 mm,
- B. Aufheizen der Barren mit einer Aufheizgeschwindigkeit von max. 20°C/h
- 30 zwischen 170 und 410°C auf eine Temperatur von 470 bis 490°C,
- C. Homogenisieren der Barren während einer Zeitdauer von 10 bis 14 h bei einer Temperatur von 470 bis 490°C,

- D. Warmwalzen der homogenisierten Barren zu Platten,
- E. Abkühlen der Platten von einer Temperatur von 400 bis 410°C auf eine Temperatur von weniger als 100°C,
- F. Abkühlen der Platten auf Raumtemperatur,
- 5 G. Warmaushärten der Platten.

Zur Herstellung von Platten mit einer Dicke von mehr als 300 mm und insbesondere von Platten mit einer Dicke von mehr als 500 mm kann ein aus der erfindungsgemässen Legierung hergestellter Stranggussbarren direkt als Platte  
10 verwendet werden. Das Verfahren ist in diesem Fall durch die folgenden Schritte gekennzeichnet:

- A. Strangglessen der Legierung zu Barren mit einer Dicke von mehr als 300 mm,
- B. Aufheizen der Barren mit einer Aufheizgeschwindigkeit von max. 20°C/h  
15 zwischen 170 und 410°C auf eine Temperatur von 470 bis 490°C,
- C. Homogenisieren der Barren während einer Zeitdauer von 10 bis 14 h bei einer Temperatur von 470 bis 490°C,
- D. Abkühlen der Barren auf eine Zwischentemperatur von 400 bis 410 °C,
- E. Abkühlen der Barren von der Zwischentemperatur von 400 bis 410°C  
20 auf eine Temperatur von weniger als 100°C,
- F. Abkühlen der Barren auf Raumtemperatur,
- G. Warmaushärten der Barren,
- H. Verwenden der warmausgehärteten Barren als Platten.

25 Bevorzugt erfolgt das Abkühlen der Barren von der Homogenisierungstemperatur von 470 bis 490°C auf die Zwischentemperatur von 400 bis 410 °C an ruhender Luft.

30 Das Abkühlen der Barren von der Zwischentemperatur von 400 bis 410°C sollte einerseits so rasch erfolgen, dass der Festigkeitsverlust möglichst gering ist. Andererseits darf die Abkühlungsgeschwindigkeit auch nicht zu hoch sein, da sonst zu hohe Eigenspannungen aufgebaut werden.

Das Abkühlen der Barren von der Zwischentemperatur von 400 bis 410°C auf eine Temperatur von weniger als 100°C erfolgt bevorzugt an bewegter Luft (forced air cooling) oder in einem Wasser/Luft-Sprühnebel.

- 5 Bei der Wahl der Abkühlungsbedingungen muss auch die Barrendicke berücksichtigt werden. Es liegt jedoch im Rahmen des fachmännischen Handelns, für ein vorgegebenes Barrenformat die optimalen Abkühlungsbedingungen anhand einfacher Versuche zu ermitteln.
- 10 Die niedrige Aufheizgeschwindigkeit im Temperaturbereich zwischen 170 und 410°C beim Aufheizen der Barren auf die Homogenisierungstemperatur ist ein wesentliches Merkmal des erfindungsgemässen Verfahrens. Im erwähnten Temperaturbereich, der auch als Heterogenisierungsintervall bezeichnet wird, ist die AlZnMg-Gleichgewichtsphase (T-Phase) stabil. Das langsame Durch-
- 15 laufen des Heterogenisierungsintervalls führt zu einem fein dispersen Ausscheiden der T-Phase, wobei die Phasengrenzflächen der ausgeschiedenen Teilchen der T-Phase bevorzugte Keimstellen für die bei einer Temperatur von etwa 350°C einsetzende Ausscheidung von Al<sub>3</sub>Zr-Teilchen bilden. Beim weiteren Aufheizen der Barren auf die Homogenisierungstemperatur lösen sich die
- 20 zuvor ausgeschiedenen Teilchen der T-Phase auf und zurück bleibt eine gleichmässige Verteilung der feinen, submikronen Al<sub>3</sub>Zr-Ausscheidungen, welche bevorzugt an den ursprünglichen Teilchengrenzen der T-Phase sowie an Subkorngrenzen liegen und damit eine homogene Verteilung ergeben. Diese feinen Al<sub>3</sub>Zr-Teilchen bewirken eine sowohl eine starke Wachstumshemmung
- 25 bei der Rekristallisation der Platten bei der Lösungsglühung als auch bei der Homogenisierungsglühung von Gussbarren, und es resultiert das gewünschte isotrope Korngefüge im Barren. Das kornfeinende Zusatzelement Zr wird damit optimal genutzt.
- 30 Ein weiteres wesentliches Merkmal des erfindungsgemässen Verfahrens ist die kombinierte Homogenisierungs- und Lösungsglühung mit anschliessender zweistufiger Abkühlung, wogegen bei den üblichen Verfahren nach dem Stand



der Technik zur Erzielung einer auch in der Barrenmitte noch akzeptablen Festigkeit eine separate Lösungsglühung mit nachfolgendem Abschrecken bei hoher Abkühlungsgeschwindigkeit erforderlich ist.

- 5 Unter dem Begriff "Abkühlen an bewegter Luft" bzw. "forced air cooling" wird hier eine üblicherweise durch Ventilatoren unterstützte Luftabkühlung verstanden, die zu einem Wärmeübergangskoeffizienten an der Barrenoberfläche von etwa  $40 \text{ W/m}^2\text{K}$  führt. Das Abkühlen in einem Wasser/Luft-Sprühnebel führt zu einem etwas höheren Wärmeübergangskoeffizienten an der Barrenoberfläche.

10

Die erfindungsgemässe Legierung weist eine geringe Abschreckempfindlichkeit auf. Bei der Herstellung dicker Platten ist der Festigkeitsverlust im Plattenkern trotz der verhältnismässig milden Abkühlungsbedingungen kleiner als bei den Legierungen nach dem Stand der Technik. Es hat sich zudem überraschenderweise herausgestellt, dass dieser Effekt bei direkt aus Stranggussbarren gefertigten Platten noch viel ausgeprägter ist als bei warmgewalzten Platten.

15

Bei der Herstellung der dicken Platten hat sich die zweistufige Abkühlung von der Homogenisierungstemperatur auf Raumtemperatur als besonders vorteilhaft zur Erzielung einer Struktur mit geringen Eigenspannungen herausgestellt.

20

Zum Warmaushärten wird bevorzugt nacheinander eine Raumtemperaturlagerung, eine erste Wärmebehandlung bei einer ersten Temperatur und eine zweite Wärmebehandlung bei einer gegenüber der ersten Temperatur höheren zweiten Temperatur durchgeführt, z.B.

25

- 1 bis 30 Tage Lagerung bei Raumtemperatur,
- 6 bis 10 h Lagerung bei einer Temperatur von 90 bis  $100^\circ\text{C}$ ,
- 8 bis 22 h Lagerung bei einer Temperatur von 150 bis  $160^\circ\text{C}$ .

30

Besonders bevorzugt ist die Warmaushärtung zum Wärmebehandlungszustand T76.

Der Anwendungsbereich der erfindungsgemässen Legierung und der aus dieser hergestellten dicken Platten ergibt sich aus dem vorstehend beschriebenen Eigenschaftsspektrum. Die Platten eignen sich insbesondere für den Formenbau, d.h. für die Fertigung von Kunststoff-Spritzgiessformen, aber auch allgemein für den Maschinen-, Werkzeug- und Formenbau.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt schematisch in

10

- Fig. 1 die Verteilung der Brinell-Härte über einen Teil des Querschnitts eines Stranggussbarrens mit einem Querschnitt von 440 mm x 900 mm nach Ventilator Kühlung.
- Fig. 2 den gemessenen Temperaturverlauf bei einem Stranggussbarren mit einem Querschnitt von 440 mm x 900 mm an der Oberfläche und in der Mitte bei Ventilator Kühlung;
- Fig. 3 den berechneten Verlauf der inneren Temperaturgradienten beim Temperaturverlauf von Fig. 2;
- Fig. 4 den berechneten Temperaturverlauf bei einem Stranggussbarren mit einem Querschnitt von 1000 mm x 1200 mm an der Oberfläche und in der Mitte bei Ventilator Kühlung;
- Fig. 5 den berechneten Verlauf der inneren Temperaturgradienten beim Temperaturverlauf von Fig. 4;

25

### Beispiel

Eine Legierung mit der Zusammensetzung (in Gew.-%): 0.040 Si, 0.08 Fe, 0.14 Cu, 0.0046 Mn, 2.69 Mg, 0.0028 Cr, 4.69 Zn, 0.017 Ti, 0.16 Zr, Rest Al, wurde in industrielltem Massstab zu einem Stranggussbarren mit einem Querschnitt von 440 x 900 mm vergossen. Der Barren wurden innerhalb von 30 h auf eine Temperatur von 480°C aufgeheizt, wobei darauf geachtet wurde, dass die Auf-

heizgeschwindigkeit im Bereich zwischen 170 und 410°C weniger als 20°C/h betrug. Die Homogenisierung des Barrens zum Ausgleich der erstarrungsbedingten Kristallseigerungen erfolgte durch Halten des Barrens während 12h bei 480°C.

5

Der homogenisierte Barren wurden in einer ersten Stufe an ruhender Luft von der Homogenisierungstemperatur auf eine Zwischentemperatur von 400°C und anschliessend in einer zweiten Stufe mit Ventilatoren von 400°C auf 100°C abgekühlt. Die weitere Abkühlung auf Raumtemperatur erfolgte wiederum an ruhender Luft.

10

Der Barren wurde nach 14 Tagen Lagerung bei Raumtemperatur während 8h bei 95°C und anschliessend während 18h bei 155°C zum überhärteten Zustand T76 warm ausgehärtet.

15

An senkrecht zur Barrenlängsrichtung herausgesägten Proben der warmausgehärteten Barren wurde die Brinell-Härte über den Barrenquerschnitt bestimmt. Die in Fig. 1 dargestellten Bereiche gleicher Härte zeigen deutlich den geringen Härte- bzw. Festigkeitsverlust im Barrenkern gegenüber der Barrenoberfläche.

20

In Fig. 2 sind die für die Oberfläche (O) und den Kern (K) eines Barrens mit einem Querschnitt von 440 x 900 mm berechneten Temperatur-Zeit-Kurven bei einer Ventilatorabkühlung und in Fig. 3 die daraus abgeleiteten Gradienten zwischen der Temperatur  $T_K$  im Barrenkern und der Temperatur  $T_O$  an der Barrenoberfläche dargestellt. Zum Vergleich zeigen die Fig. 4 und 5 die entsprechenden Kurven für einen Barren mit einem Querschnitt von 1000 x 1200 mm. Die Ergebnisse zeigen, dass mit dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellte Barren mit einer Dicke bis zu 1000 mm immer noch die an Platten zur Fertigung von Kunststoff-Spritzgiessformen bezüglich der mechanischen Festigkeit gestellten Anforderungen erfüllen dürften.

30

## Patentansprüche

1. Aluminiumlegierung mit hoher Festigkeit und geringer Abschreckempfindlichkeit, mit

4,6 bis 5,2	Gew.-% Zn
2,6 bis 3,0	Gew.-% Mg
0,1 bis 0,2	Gew.-% Cu
0,05 bis 0,2	Gew.-% Zr
max. 0,05	Gew.-% Mn
max. 0,05	Gew.-% Cr
max. 0,15	Gew.-% Fe
max. 0,15	Gew.-% Si
max. 0,10	Gew.-% Ti

und Aluminium als Rest mit herstellungsbedingten Verunreinigungen, einzeln max. 0,05 Gew.-%, insgesamt max. 0,15 Gew.-%.

2. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch 4,6 bis 4,8 Gew.-% Zn.
3. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch 2,6 bis 2,8 Gew.-% Mg.
4. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch 0,10 bis 0,15 Gew.-% Cu.
5. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch 0,08 bis 0,18 Gew.-% Zr.
6. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch max. 0,03 Gew.-% Mn.

7. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch max. 0,02 Gew.-% Cr.
8. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch max. 0,12 Gew.-% Fe.
9. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch max. 0,12 Gew.-% Si.
10. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch max. 0,05 Gew.-% Ti.
11. Verfahren zur Herstellung von Platten mit einer Dicke bis zu 300 mm aus einer Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch die Schritte
  - A. Strangglessen der Aluminiumlegierung zu Barren mit einer Dicke von mehr als 300 mm,
  - B. Aufheizen der Barren mit einer Aufheizgeschwindigkeit von max. 20°C/h zwischen 170 und 410°C auf eine Temperatur von 470 bis 490°C,
  - C. Homogenisieren der Barren während einer Zeitdauer von 10 bis 14 h bei einer Temperatur von 470 bis 490°C,
  - D. Warmwalzen der homogenisierten Barren zu Platten,
  - E. Abkühlen der Platten von einer Temperatur von 400 bis 410°C auf eine Temperatur von weniger als 100°C,
  - F. Abkühlen der Platten auf Raumtemperatur,
  - H. Warmaushärten der Platten.
12. Verfahren zur Herstellung von Platten mit einer Dicke von mehr als 300 mm aus einer Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch die Schritte

- A. Stranggiessen der Legierung zu Barren mit einer Dicke von mehr als 300 mm,
  - B. Aufheizen der Barren mit einer Aufheizgeschwindigkeit von max. 20°C/h zwischen 170 und 410°C auf eine Temperatur von 470 bis 490°C,
  - C. Homogenisieren der Barren während einer Zeitdauer von 10 bis 14 h bei einer Temperatur von 470 bis 490°C,
  - D. Abkühlen der Barren auf eine Zwischentemperatur von 400 bis 410 °C,
  - E. Abkühlen der Barren von der Zwischentemperatur von 400 bis 410°C auf eine Temperatur von weniger als 100°C,
  - F. Abkühlen der Barren auf Raumtemperatur,
  - G. Warmaushärten der Barren,
  - H. Verwendung der warmausgehärteten Barren als Platten.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Abkühlen der Barren von der Homogenisierungstemperatur von 470 bis 490°C auf die Zwischentemperatur von 400 bis 410 °C an ruhender Luft erfolgt.
14. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Abkühlen der Barren von der Zwischentemperatur von 400 bis 410°C auf eine Temperatur von weniger als 100°C an bewegter Luft (forced air cooling) erfolgt.
15. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Abkühlen der Barren von der Zwischentemperatur von 400 bis 410°C auf eine Temperatur von weniger als 100°C in einem Wasser/Luft-Sprühnebel erfolgt.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass zum Warmaushärten nacheinander eine Raumtemperaturlagerung, eine erste Wärmebehandlung bei einer ersten Temperatur und eine zweite Wärmebehandlung bei einer gegenüber der ersten Temperatur höheren

zweiten Temperatur durchgeführt wird.

**17. Verfahren nach Anspruch 16, gekennzeichnet durch**

- 1 bis 30 Tage Lagerung bei Raumtemperatur,
- 6 bis 10 h Lagerung bei einer Temperatur von 90 bis 100°C,
- 8 bis 22 h Lagerung bei einer Temperatur von 150 bis 160°C.

**18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Warmaushärtung zum Wärmebehandlungszustand T76 erfolgt.**

**19. Verwendung einer mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 18 hergestellten Platte für den Maschinen-, Werkzeug- und Formenbau, insbesondere für die Fertigung von Kunststoff-Spritzglessformen.**

## Zusammenfassung

Eine Aluminiumlegierung mit hoher Festigkeit und geringer Abschreckempfindlichkeit enthält 4,6 bis 5,2 Gew.-% Zn, 2,6 bis 3,0 Gew.-% Mg, 0,1 bis 0,2 Gew.-% Cu, 0,05 bis 0,2 Gew.-% Zr, max. 0,05 Gew.-% Mn, max. 0,05 Gew.-% Cr, max. 0,15 Gew.-% Fe, max. 0,15 Gew.-% Si, max. 0,10 Gew.-% Ti und Aluminium als Rest mit herstellungsbedingten Verunreinigungen, einzeln max. 0,05 Gew.-%, insgesamt max. 0,15 Gew.-%. Ein bevorzugtes Verfahren zur Herstellung von Platten mit einer Dicke von mehr als 300 mm für die Fertigung von Kunststoff-Spritzgiessformen umfasst die Schritte Stränggiessen der Legierung zu Barren mit einer Dicke von mehr als 300 mm, Aufheizen der Barren mit einer Aufheizgeschwindigkeit von max. 20°C/h zwischen 170 und 410°C auf eine Temperatur von 470 bis 490°C, Homogenisieren der Barren während einer Zeitdauer von 10 bis 14 h bei einer Temperatur von 470 bis 490°C, Abkühlen der Barren an ruhender Luft auf eine Zwischentemperatur von 400 bis 410 °C, Abkühlen der Barren an bewegter Luft (forced air cooling) von der Zwischentemperatur von 400 bis 410°C auf eine Temperatur von weniger als 100°C, Abkühlen der Barren auf Raumtemperatur, Warmaushärten der Barren. Die warm ausgehärteten Barren können als Platten für die Fertigung von Kunststoff-Spritzgiessformen verwendet werden.

(Fig. 1)



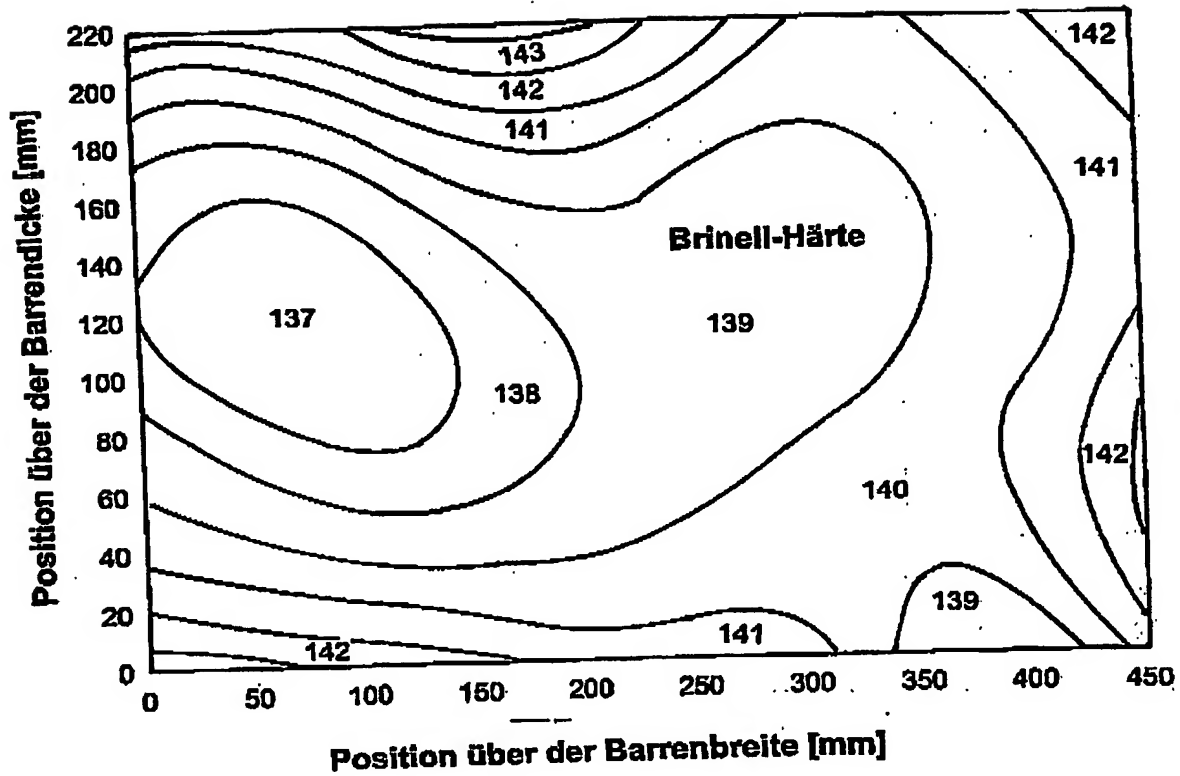


Fig. 1

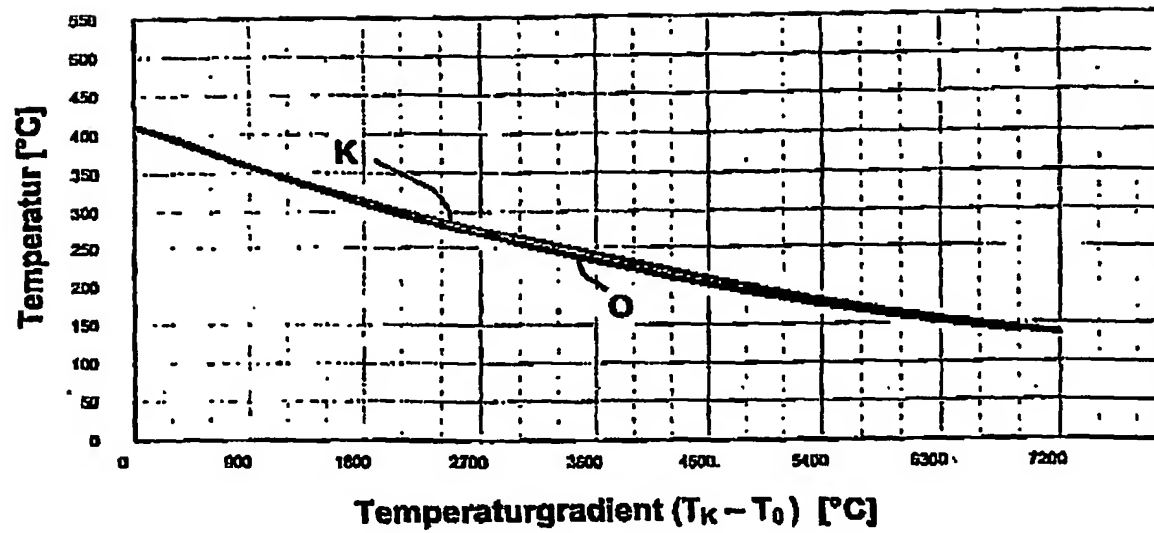


Fig. 2

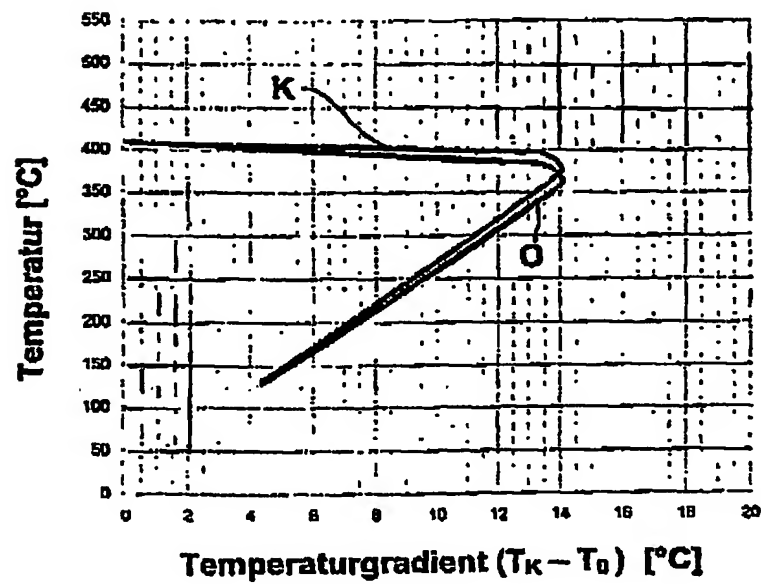


Fig. 3

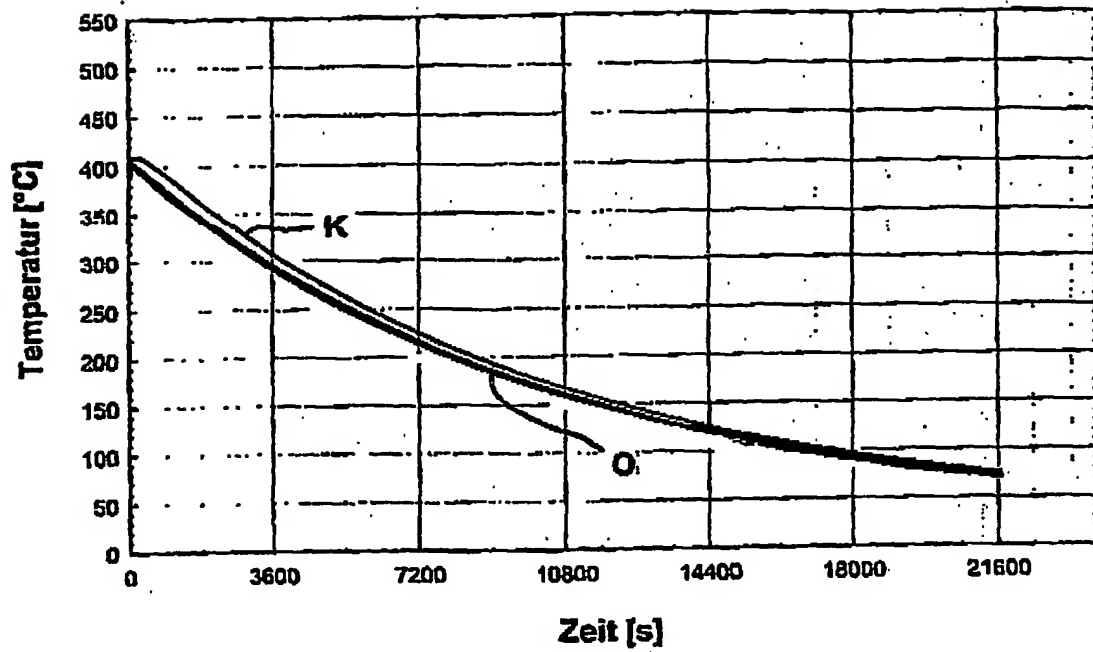


Fig. 4

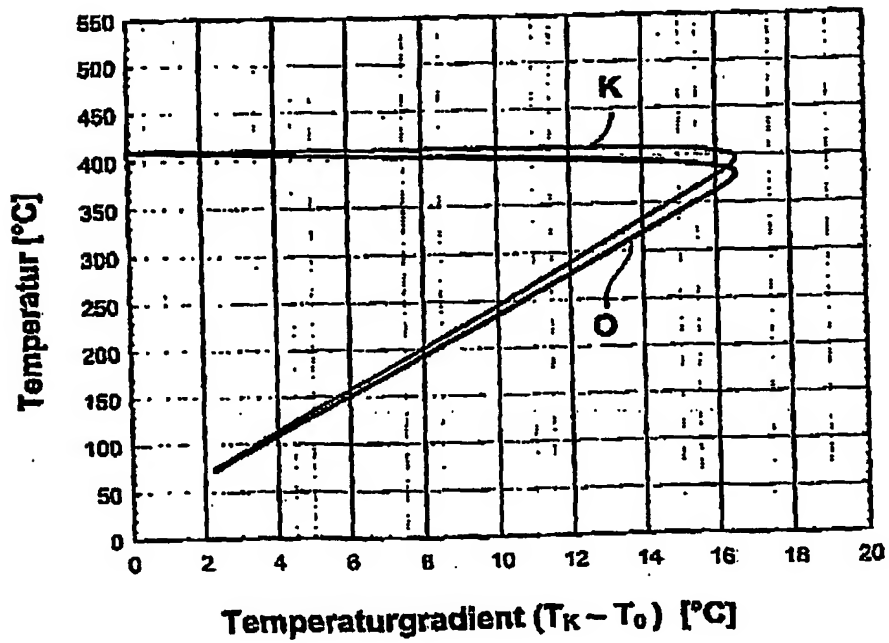


Fig. 5

PCT Application  
**PCT/EP2003/014696**



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**